

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-32151

(43) 公開日 平成8年(1996)2月2日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S	3/036			
	3/134			
	3/22			
			H 0 1 S 3/ 03	J
			3/ 22	Z
			審査請求 未請求	請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平6-167968

(22) 出願日 平成6年(1994)7月20日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区瀬川町72番地

(72) 発明者 寺井 清寿

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株式会社東芝浜川崎工場内

(72) 発明者 村田 隆昭

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株式会社東芝浜川崎工場内

(72) 発明者 小林 伸次

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株式会社東芝浜川崎工場内

(74) 代理人 弁理士 佐藤 強

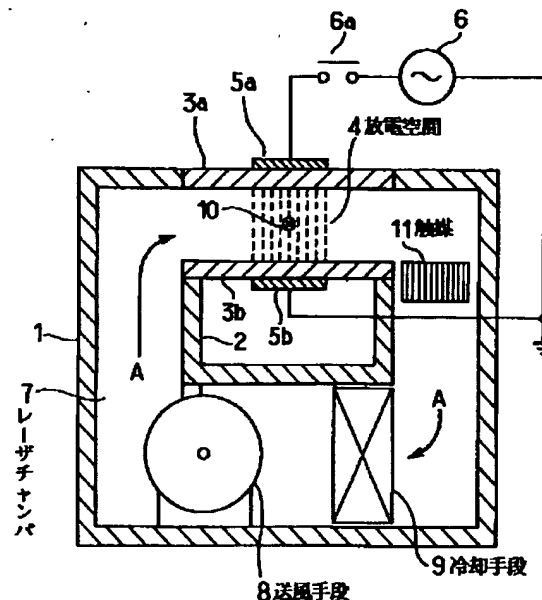
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスレーザ装置

(57) 【要約】

【目的】 簡単な構成によって、長時間に渡って安定したレーザ出力が得られるようにすること。

【構成】 外部風洞1側に設けられた誘電体3aと内部風洞2側に設けられた誘電体3bとの間には放電空間4が存する構成となっており、この放電空間4を挟むようにして放電用電極5a、5bが取り付けられる。外部風洞1及び内部風洞2間に形成されたレーザチャンバ7内には、CO₂、N₂及びHeを含む混合ガス成分のレーザガスが所定圧力で封入される。外部風洞1内の下部には、レーザガスを矢印A方向に循環させるための送風機8及び放電空間4を流れた後のレーザガスを冷却するための熱交換器9が配置される。レーザチャンバ7内のレーザガスの循環経路中における放電空間4の下流で尚且つ熱交換器9より上流の位置には、白金アルミナ触媒より成る触媒11が配置される。



5 a, 5 b : 電極

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザガスが封入されたレーザチャンバと、このレーザチャンバ内のレーザガスを循環させるための送風手段と、前記レーザチャンバ内に設定された放電空間を挟んだ状態で配置された少なくとも一対の放電用電極とを備えたガスレーザ装置において、前記レーザチャンバ内に、前記放電空間での放電により分解されたレーザガスを元のガス成分に戻すように働く触媒を配置したことを特徴とするガスレーザ装置。

【請求項2】 送風手段によるレーザガスの循環経路中に放電空間での放電により発生した熱を除去するための冷却手段を設け、

触媒は、レーザガスの循環経路中における前記放電空間より下流で尚且つ前記冷却手段より上流の位置に配置されることを特徴とする請求項1記載のガスレーザ装置。

【請求項3】 触媒を加熱する加熱手段を備えたことを特徴とする請求項1記載のガスレーザ装置。

【請求項4】 触媒は、アルミナ白金触媒であることを特徴とする請求項1～3の何れかに記載のガスレーザ装置。

【請求項5】 触媒は、薄板形状に形成された複数枚の単位触媒を互いの間に空隙を存した状態で配列することにより構成されていることを特徴とする請求項1記載のガスレーザ装置。

【請求項6】 レーザチャンバ内に、レーザガス雰囲気中の水分を吸着する吸水手段を配置したことを特徴とする請求項1記載のガスレーザ装置。

【請求項7】 送風手段によるレーザガスの循環経路中に放電空間での放電により発生した熱を除去するための冷却手段を設け、

吸水手段は、レーザガスの循環経路中における前記放電空間より上流で尚且つ前記冷却手段より下流の位置に配置されることを特徴とする請求項6記載のガスレーザ装置。

【請求項8】 レーザチャンバ内に封入されるレーザガスは、少なくともCO₂、N₂及びHeを含む混合ガスであって、尚且つH₂Oのガス分圧が0.05Torr以下に設定されていることを特徴とする請求項1記載のガスレーザ装置。

【請求項9】 触媒は、外部で加熱処理された後にレーザチャンバ内に封入されるものであることを特徴とする請求項1記載のガスレーザ装置。

【請求項10】 レーザチャンバ内のレーザガスを新鮮なレーザガスに置換するためのレーザガス置換手段と、このレーザガス置換手段によるレーザガスの置換動作時において前記レーザチャンバ内に新鮮なレーザガスが所定量供給された時点一旦ガス封じ切り動作を行うと共に、この後にレーザチャンバ内のレーザガスをレーザガス置換手段により一定量以上置換した後にガス封じ切り動作を行う制御手段とを備えたことを特徴とする請求項

1記載のガスレーザ装置。

【請求項11】 レーザチャンバ内のレーザガスを新鮮なレーザガスに置換するためのレーザガス置換手段と、このレーザガス置換手段によりレーザチャンバ内に新鮮なレーザガスを所定量供給した状態で放電空間での放電を行い、この後に当該レーザガス置換手段によるレーザガスの置換動作及びガス封じ切り動作を行う制御手段とを備えたことを特徴とする請求項1記載のガスレーザ装置。

【請求項12】 制御手段は、レーザガス置換手段によるレーザガスの置換動作時において、レーザチャンバ内の圧力低下状態が限度時間以上継続されないように制御することを特徴とする請求項10または11記載のガスレーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザガスが循環する放電空間での放電に応じてレーザ光を励起させるガスレーザ装置に関する。

20 【0002】

【従来の技術】例えば炭酸ガスレーザ装置にあっては、従来より、風洞内に形成されたレーザチャンバ内に、CO₂、N₂及びHeを含む混合ガス成分のレーザガスを60～65Torr程度の圧力で封入すると共に、当該レーザチャンバ内に設定された放電空間を挟んだ状態で少なくとも一対の電極を配置し、さらに、レーザチャンバ内に、レーザガスを循環させるための送風機及び放電空間での放電により発生した熱を除去するための冷却手段を設けた構成となっている。この場合、前記電極間に高周波電圧が印加されると、放電空間を流れるレーザガスの励起に伴いレーザ光が発生するものであり、そのレーザ光は共振器により増幅された後に外部に出力されるようになっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のように構成されたガスレーザ装置では、内部のレーザガスの一部が放電空間での放電に応じて分解することになる。具体的には、CO₂がCOとO₂に分解されるという現象が発生する。この結果、レーザガス中のCO₂成分が減少することになるため、レーザガスの交換が行われない場合には、レーザ出力が早期に低下するという問題点があった。

【0004】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、簡単な構成にて長時間に渡って安定したレーザ出力が得られるようになるガスレーザ装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、レーザガスが封入されたレーザチャンバと、このレーザチャンバ内のレーザガスを循環させるた

3

めの送風手段と、前記レーザチャンバ内に設定された放電空間を挟んだ状態で配置された少なくとも一対の放電用電極とを備えたガスレーザ装置において、前記レーザチャンバ内に、前記放電空間での放電により分解されたレーザガスを元のガス成分に戻すように働く触媒を配置する構成としたものである（請求項1）。

【0006】前記送風手段によるレーザガスの循環経路中に前記放電空間での放電により発生した熱を除去するための冷却手段を設けた上で、前記触媒を、レーザガスの循環経路中における放電空間より下流で尚且つ冷却手段より上流の位置に配置する構成としても良い（請求項2）。

【0007】前記触媒を加熱する加熱手段を備えた構成としても良い（請求項3）。

【0008】上記のような各構成において、前記触媒を、アルミナ白金触媒により構成しても良い（請求項4）。

【0009】前記触媒は、薄板形状に形成された複数枚の単位触媒を互いの間に空隙を存した状態で配列することにより構成することもできる（請求項5）。

【0010】レーザチャンバ内に、レーザガス雰囲気中の水分を吸着する吸水手段を配置しても良い（請求項6）。

【0011】前記送風手段によるレーザガスの循環経路中に前記放電空間での放電により発生した熱を除去するための冷却手段を設けた上で、前記吸水手段は、レーザガスの循環経路中における前記放電空間より上流で尚且つ前記冷却手段より下流の位置に配置することができる（請求項7）。

【0012】前記レーザチャンバ内に封入されるレーザガスは、少なくともCO₂、N₂及びHeを含む混合ガスであって、尚且つH₂Oのガス分圧が0.05 Torr以下となるように設定することができる（請求項8）。

【0013】前記触媒は、外部で加熱処理された後にレーザチャンバ内に封入されるものとしても良い（請求項9）。

【0014】前記レーザチャンバ内のレーザガスを新鮮なレーザガスに置換するためのレーザガス置換手段と、このレーザガス置換手段によるレーザガスの置換動作時において前記レーザチャンバ内に新鮮なレーザガスが所定量供給された時点一旦ガス封じ切り動作を行うと共に、この後にレーザチャンバ内のレーザガスをレーザガス置換手段により一定量以上置換した後にガス封じ切り動作を行う制御手段とを備えた構成とすることもできる（請求項10）。

【0015】また、前記レーザチャンバ内のレーザガスを新鮮なレーザガスに置換するためのレーザガス置換手段と、このレーザガス置換手段によりレーザチャンバ内に新鮮なレーザガスを所定量供給した状態で放電空間で

4

の放電を行い、この後に当該レーザガス置換手段によるレーザガスの置換動作及びガス封じ切り動作を行う制御手段とを設ける構成とすることもできる（請求項11）。

【0016】前記制御手段は、前記レーザガス置換手段によるレーザガスの置換動作時において、レーザチャンバ内の圧力低下状態が限度時間以上継続されないように制御する構成としても良い（請求項12）。

【0017】

10 【作用】請求項1記載の装置では、レーザチャンバ内に封入されたレーザガスが送風手段により循環される状態で、放電用電極間に高周波電圧が印加されると、それら電極間で交流放電が生起されるため、放電空間を流れるレーザガスが励起されてレーザ光が発生する。このような放電が行われると、レーザガスが分解されてレーザ光の発生に寄与するガス成分が減ることになってレーザ出力が低下するようになるが、レーザチャンバ内に設けられた触媒が上記のように分解されたレーザガスを元のガス成分に戻すように働くため、レーザ出力の低下が抑制されるようになり、安定したレーザ出力が得られる期間が引き延ばされるようになる。

20 【0018】請求項2記載の装置では、送風手段によるレーザガスの循環経路中に設けられた冷却手段が、放電空間での放電により発生した熱を除去するようになるため、レーザチャンバ内の異常な温度上昇が抑制されるようになる。このとき、前記触媒は、レーザガスの循環経路中における前記放電空間より下流で尚且つ前記冷却手段より上流の位置に配置されるから、放電空間を経た高温のレーザガスにより加熱されて触媒作用が増長されることになり、レーザ出力の低下抑制効果が高められるようになる。

【0019】請求項3記載の装置では、触媒が加熱手段により加熱されて触媒作用が増長されるようになるから、レーザ出力の低下抑制効果が高められる。

【0020】請求項4記載の装置では、触媒として、温度が高い状態で触媒効果が高まるアルミナ白金触媒が利用されているため、上述したような加熱に伴う触媒作用が確実に発揮されて、レーザ出力の低下抑制効果が高められるようになる。また、触媒に含まれるアルミナ成分は、レーザガス中に含まれる水分を吸収する機能があるから、この機能によりレーザガス中の水分量の抑制を図り得るようになる。

【0021】請求項5記載の装置では、触媒は、薄板形状の複数枚の単位触媒により構成されてレーザガスとの接触面積が大きくなるから、レーザ光の発生に寄与するガス成分の減少を抑止する機能が高められるようになり、安定したレーザ出力が得られる期間をさらに引き延ばし得るようになる。

50 【0022】請求項6記載の装置では、レーザガス雰囲気中の水分が吸水手段により吸着されるようになるか

5

ら、レーザガス中のH₂O濃度が限度以上に増大する虞がなくなつて、レーザガス中のH₂Oがレーザ出力に悪影響を及ぼす事態を未然に防止できるようになる。

【0023】請求項7記載の装置では、吸水手段が、レーザガスの循環経路中における放電空間より上流で尚且つ冷却手段より下流の位置、つまり循環するレーザガスの温度が低い位置に配置されているから、H₂Oの吸収作用が良好に行われるようになる。

【0024】請求項8記載の装置では、レーザガスがCO₂、N₂及びHeを含む混合ガスであるから、放電に伴いCO₂の一部がCOとO₂に分解されるようになり、このように分解されたガス成分が触媒の働きによってCO₂に戻されるようになる。また、上記レーザガス中のH₂Oのガス分圧が0.05 Torr以下に設定された場合には、そのH₂Oが、COからCO₂を再生するという水蒸気再生反応に効果的に寄与するようになって、安定したレーザ出力が得られる期間の引き延ばしに効果が出るようになる。

【0025】請求項9記載の装置では、触媒が外部で過熱処理された状態でレーザチャンバ内に封入されることになるから、触媒に吸着する不純物ガスを予め除去することができて、触媒の封入に伴いレーザチャンバ内に不純物が混入する事態を未然に防止できる。

【0026】請求項10記載の装置では、制御手段は、レーザガス置換手段によるレーザガスの置換動作時において、レーザチャンバ内に新鮮なレーザガスが所定量供給された時点で一旦ガス封じ切り動作を行う。このようにガス封じ切りが行われた場合には、触媒が、レーザガス中のガス成分のうち吸着しやすい性質を持ったガスを吸着するようになるため、レーザチャンバ内のガス組成は、上記のように供給された新鮮なレーザガスとは異なるものになるが、制御手段は、この後にレーザチャンバ内のレーザガスをレーザガス置換手段により一定量以上置換した後にガス封じ切り動作を行うようになるから、触媒がレーザガスを十分に吸着した状態となると共に、レーザチャンバ内のガス組成が新鮮なレーザガスと略同じ状態になる。この結果、レーザガス組成の変化が抑制されて、レーザ出力が安定するようになる。

【0027】請求項11記載の装置では、制御手段は、レーザガス置換手段によるレーザガスの置換動作時において、レーザチャンバ内に新鮮なレーザガスが所定量供給された時点で放電空間での放電を行う。このような放電が行われると、レーザガスが分解されると共に、その分解ガスが触媒により元のガス成分に戻されるようになるが、当該触媒には、放電によって組成変化したレーザガス中のガス成分のうち吸着しやすい性質を持ったガスが吸着されるようになる。制御手段は、この後においてレーザチャンバ内のレーザガスをレーザガス置換手段により置換する動作及びガス封じ切り動作を行うようになるから、触媒の吸着ガスと放電空間で放電状態となるレ

6

ーザガスを予め平衡させることができ、レーザガスの組成変化を効果的に抑制できるようになる。

【0028】請求項12記載の装置では、レーザチャンバ内のレーザガスの置換動作時において、レーザチャンバ内の圧力低下状態が限度時間以上継続されないように制御されるから、触媒に吸着されているガスが、レーザチャンバ内の圧力低下に応じて気化してしまう虞がなくなり、触媒の吸着ガスと放電空間で放電状態となるレーザガスとの平衡状態が崩れることに起因したレーザガスの組成変化を未然に抑制できるようになる。

【0029】

【実施例】以下、本発明を炭酸ガスレーザ装置に適用した第1実施例について図1、図2を参照しながら説明する。図1において、断面矩形状をなす金属製（鉄、ステンレス、アルミニウムなど）の外部風洞1内には、断面U字状をなす金属製の内部風洞2が設けられている。外部風洞1側には、その上面中央部に平板状の第1の誘電体3aが気密に取り付けられ、内部風洞2側には、その上面開口部分を閉鎖するようにして平板状の第2の誘電体3bが気密に取り付けられており、これら誘電体3a、3b間に所定ギャップの放電空間4が存する構成となっている。また、第1の誘電体3aの上面中央部には高圧側の放電用電極5aが取り付けられ、第2の誘電体3bの下面中央部には低圧側の放電用電極5bが設けられており、これら電極5a、5b間には交流電源6からの高周波電圧が電源スイッチ6aを介して印加される構成となっている。

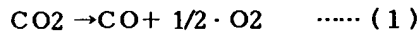
【0030】外部風洞1及び内部風洞2間の空間部はレーザチャンバ7となっており、このレーザチャンバ7内には、CO₂、N₂及びHeを含む混合ガス成分のレーザガスが、60～65 Torr程度の圧力で封入されている。外部風洞1内の下部には、レーザガスを矢印A方向に循環させるための送風機8（本発明でいう送風手段に相当）及び放電空間4を流れた後のレーザガスを冷却するための熱交換器9（本発明でいう冷却手段に相当）が配置される。

【0031】このような構成のガスレーザ装置においては、電極5a、5b間に交流電源6からの高周波電圧が印加されると、第1の誘電体3a及び第2の誘電体3bを介して放電空間4に交流放電が生起されるようになり、その放電空間4を流れるレーザガスが励起されてレーザ光10が紙面に対し直交した方向に発生するようになる。

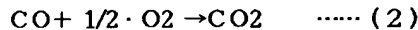
【0032】さて、レーザチャンバ7内のレーザガスの循環経路中における放電空間4の下流で尚且つ熱交換器9より上流の位置には、触媒11が配置されている。この触媒11は、例えば白金アルミナ触媒より成るもので、放電空間4での放電に応じて分解されたレーザガスを元のガス成分に戻すように働く機能を備えている。

【0033】具体的には、レーザガス中のCO₂の一部

は、放電空間4において、



の反応式に従って分解されるものであるが、高温のレーザーガスにより加熱される触媒11は、斯様に分解されたガス成分を、上記(1)式と逆の反応であるところの、



により元のガス成分であるCO₂に戻すように働くものであり、このような反応によって、放電に応じてレーザーガス中のCO₂成分が減少する事態が抑止されるようになる。

【0034】この場合、上記触媒11は、薄板形状に形成された複数枚の単位触媒を互いの間に空隙を存した状態で配列した状態となっており、これによりレーザーチャンバ7内を流通するレーザーガスとの接触面積が大きくなるように構成されている。

【0035】上記した本実施例の構成によれば、レーザーチャンバ7内に触媒11を設けるだけの構成、つまり装置外部にレーザーガスの補給装置などを設ける必要がない簡単な構成によって、レーザーガス中のCO₂成分が放電に伴い減少する事態が抑止されるようになるから、長時間に渡って安定したレーザー出力が得られるものである。この場合、上記触媒11は、温度が高い状態で触媒効果が高まる白金アルミナ触媒より構成され、しかも放電による温度上昇を伴う放電空間4より下流で尚且つ熱交換器9より上流の位置に設けられて、比較的温度が高いレーザーガスと接触するように構成されているから、触媒11による触媒作用が増長されるという利点があり、結果的に、安定したレーザー出力が得られる期間を引き延ばし得るようになる。また、触媒11は、薄板形状に形成された複数枚の単位触媒によってレーザーガスとの接触面積が大きくなるように構成されているから、CO₂成分の減少を抑止する機能が高められる利点があり、この面からも安定したレーザー出力が得られる期間を引き延ばし得るようになる。

【0036】図1に、図2には、本実施例によるガスレーザー装置におけるレーザー出力の経時変化と、触媒11が設けられていない従来構成によるガスレーザー装置の経時変化を、レーザーガスの置換を行うことなく測定した結果を示す。この図2からは、従来構成の場合には、放電開始直後からレーザー出力が大きく低下した後比較的低いレベルで平衡しているのに対して、本実施例の場合には、放電開始直後でのレーザー出力の低下量が少なく、しかも比較的高いレベルで平衡していることが分かる。

【0037】尚、触媒11に含まれるアルミナ成分は、レーザーガス中に含まれる水分を吸収する機能があるから、この機能によりレーザーガス中の水分量が限度以上に増える事態の抑制を図り得るようになって、レーザー出力の一層の安定化を期待できるようになる。

【0038】また、本発明の第2実施例を示す図3のように、触媒11の周りにこれを加熱するヒータ線12

(本発明でいう加熱手段に相当)を巻き付け、このヒータ線12により触媒11を、放電が行われている常時において加熱する構成としても良い。尚、図3においては、ヒータ線12用の電源及び通電制御回路の図示を省略している。

【0039】このように構成した本実施例によれば、触媒11(白金アルミナ触媒)の温度が、前記第1実施例の場合よりさらに高くなるから、その触媒作用が一段と活発になって、安定したレーザー出力が得られる期間をさらに引き延ばし得るようになる。

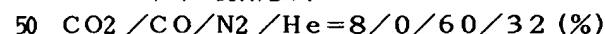
【0040】図4～図8には本発明の第3実施例が示されており、以下これについて前記第1実施例と異なる部分のみ説明する。即ち、本実施例は、レーザーチャンバ7内のレーザーガス中に水分が含まれている場合に対応したものである。つまり、レーザーガス(CO₂、N₂及びHeの混合ガス)に対して、CO、H₂、H₂Oなどのガスを添加する場合があります。また、H₂Oは、レーザーチャンバ7の内壁や熱交換器9などに吸着しているため、積極的に添加しなくても数千ppm(1/10 Torrオーダー)程度はレーザーガスに含まれるという事情がある。

【0041】ここで、触媒11が設けられていない状態の従来構成について考察すると、レーザーガス中のCO₂は、放電に伴い前記(1)の反応式のように分解されるから、前述したようにレーザー出力が低下する共に、CO₂及びCOの各濃度が変化するものであり、その濃度は放電の経過に伴い一定値で平衡するようになる。参考として、図7には、放電開始から60分間が経過するまでの間のレーザー出力、CO₂及びCOの濃度の変化状態例を示した(但し、触媒11は設けられていない)。

【0042】このようにCO₂及びCOの濃度が平衡する理由は、レーザーガス中にH₂Oが含まれるためである。つまり、文献(H.Hokazono and M.Obara, Appl. Phys. Lett. 57(1), 2 July 1990/1990 American Institute of Physics)にも示されているように、 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2 \quad \cdots \cdots (3)$ という水蒸気再生反応によってCO₂が再生されるためである。

【0043】ところが、レーザーガス中にH₂Oが限度以上に多く存在する場合には、文献(R.L.Taylor and S.Bitterman, Reviews of Modern Physics, Vol. 41 No. 1, Jan. 1969)に示されているように、レーザー上準位(001)を緩和し、下準位(100)の振動モードとの振動→振動遷移でエネルギーを蓄えるためのボトルネックとなり、レーザー利得を低下させてしまうことになる。

【0044】図8には、CO₂の分解量が一定となった後の状態での、H₂O濃度に対するレーザー出力、分解後のCO₂及びCO濃度の変化例を示す。この例では、元々のレーザーガス混合比は、



であるが、このうちのCO₂成分の一部が(1)の反応式によりCOに変化している。図8から明らかなように、H₂O濃度が高い場合ほどCO₂濃度が高くなるものであり、これは(2)の反応式によりCO₂が再生されていることによると考えられる。

【0045】しかしながら、レーザ出力は、H₂O濃度が0.02 Torr程度の状態までは、当該H₂O濃度に応じて増大するが、その濃度がさらに大きくなるのに応じて低下するようになる。このような出力低下現象は、前述したようにレーザガス中にH₂Oが限度以上に多く存在するのに起因してレーザ利得が減少するために起こる。

【0046】以上要するに、レーザガス中のH₂O濃度には最適値が存在するものであり、図8中に示したように、上記H₂O濃度は、ガス分圧で0.01~0.05 Torr (100~700 ppm)となる領域に保持することが望ましい。

【0047】また、COガスなどを添加した場合には、(2)式のような反応が助長されるためCO₂濃度は大きくなるが、従来構成の場合には、図5に示す実験結果にて明らかなように、放電時間が約30時間を経過した時点でレーザ出力が20%以上低下するものであり、従って、30時間程度(毎日数時間程度の放電を行った場合には1週間程度)のガス封じ切りが限界であることが分かる。

【0048】しかし本実施例では、封入レーザガス(CO₂、N₂及びHeを含む混合ガス)におけるH₂Oのガス分圧が0.05 Torr以下となるようにした上で、図4に示すようにレーザチャンバ7内に吸水手段としての吸水材13を配置したことに特徴を有する。この場合、吸水材13はガス温度が低い位置、例えばレーザガスの循環経路中における送風機8と放電空間4との間に配置している。

【0049】上記した本実施例の構成によれば、前記第1実施例と同様に、放電に伴ってレーザガス中のCO₂成分が減少する事態が、高温のレーザガスにより加熱される触媒11の働きによって抑止されるようになる。この場合、触媒13の構成要素であるアルミナには吸水作用があるため、高温のレーザガスにより加熱されると、その温度差に対応する露点変化分のH₂Oをレーザガス中に放出するようになる。また、レーザチャンバ7の内壁や熱交換器9も同様に加熱されて、H₂Oをレーザガス中に放出するようになる。

【0050】図6には、本実施例のように構成した場合におけるH₂O濃度に対するレーザ出力、分解後のCO₂及びCO濃度の変化例を示す。この図6からは、H₂Oの濃度に関係なくCO₂の濃度は一定であり、触媒11が前記(2)の反応式によってCO₂を再生していることが分かるが、上述のように放出されるH₂O濃度が最適領域(0.01~0.05 Torr)を越えて増大

した場合には、レーザ出力が急激に低下することも分かる。

【0051】これに対して、上記した本実施例の構成によれば、レーザチャンバ7内に設けられた吸水材13がレーザガス中のH₂Oを吸着するようになるから、レーザガス中のH₂O濃度が限度(0.05 Torr)以上に高まる事態を未然に防止できるようになる。この場合、上記吸水材13は、レーザガスの循環経路中における送風機8と放電空間4との間、つまり、放電空間4より上流で尚且つ熱交換器9より下流の位置であって、ガス温度が低い位置に設けられているから、H₂Oの吸着作用が良好に行われるようになる。

【0052】これらの結果、本実施例によれば、長期間にわたって安定したレーザ出力が得られるようになる。具体的には、図5に示す実験結果のように、本実施例の構成によれば、放電時間が約30時間を経過した時点でのレーザ出力の低下がほとんど認められないものである。このことは、本実施例の構成の場合、1週間程度のガス封じ切りを行っても全く支障がないことを示すものであり、図5の実験結果からは、ガス封じ切り期間を約1ヶ月程度、つまり従来技術の数倍以上と推察できる。

【0053】尚、上記実施例では、吸水材13を、レーザガスの循環経路中における送風機8と放電空間4との間に配置したが、熱交換器9と送風機8との間、或いは図4には示されていないガス循環経路中のガス温度が低い位置であっても良いものである。

【0054】図9には本発明の第4実施例が示されており、以下これについて前記第3実施例と異なる部分のみ説明する。即ち、この実施例は、レーザチャンバ7内のレーザガスを置換するための装置を並設した点に特徴を有する。具体的には、レーザガス置換装置14は、レーザチャンバ7のレーザガスを第1電磁弁15を通じて吸引するための真空ポンプ16と、新鮮なレーザガス(CO₂/N₂/He=8/60/32(%))を第2電磁弁17を通じてレーザチャンバ7内に供給するためのガスボンベ18とにより構成されている。制御手段としての制御回路19は、上記第1電磁弁15及び第2電磁弁17の開閉を制御することによって、レーザチャンバ7内への新鮮なレーザガスの供給並びにガス封じ切り動作を行うために設けられる。尚、図示しないが、上記制御回路19には、レーザチャンバ7内の圧力を検知するための圧力センサからの検知出力が与えられるようになっており、また、制御回路19は、電源スイッチ6aの開閉制御も行い得るようになっている。

【0055】この場合、触媒11には、レーザチャンバ7内のガス成分のうち、CO₂、CO、H₂Oなどのガスを吸着する作用があるが、本実施例のように触媒11が高温のレーザガスにより加熱される構成であった場合には、その触媒11を、吸着ガス量が十分に小さくなる温度に維持することが困難である。従って、常時におい

11

て、ある程度のレーザガスを触媒11が吸着した条件下で前記(2)の反応式によるCO₂の再生が行われることになる。このため、レーザチャンバ7を循環するレーザガスと触媒11の吸着ガスとの平衡状態をなるべく崩さないようにして、触媒11の吸着ガスを安定させることにより、レーザガス組成を安定させることがレーザ出力を安定させる上で重要となる。

【0056】そこで、本実施例では、レーザガス組成を安定させるために、制御回路19によって以下に述べるようなレーザガス置換制御を行う構成となっている。即ち、制御回路19は、真空ポンプ16の動作状態で第1電磁弁15を開放することによって、レーザチャンバ7内のレーザガスを真空引きし、その後所定時間が経過したときに第1電磁弁15を閉鎖すると共に第2電磁弁17を開放することによって、ガスポンベ18内の新鮮なレーザガスをレーザチャンバ7内に供給する。この後、制御回路19は、レーザチャンバ7内が所定圧力となった時点(つまりレーザチャンバ7内にレーザガスが所定量供給された時点)で、第2電磁弁17を閉鎖することによりガス封じ切り動作を行う。このようなガス封じ切りが行われた場合、触媒11には、レーザガス中のガス成分のうち吸着しやすい性質を持ったガスが吸着されるため、レーザチャンバ7内のガス組成は、ガスポンベ18内の新鮮なレーザガスとは異なるものになる。

【0057】そこで、制御回路19は、第1電磁弁15及び第2電磁弁17を所定時間ずつ開放することによって、レーザチャンバ7内の所定量以上のレーザガスを新鮮なレーザガスと置換する。すると、触媒11がレーザガスを十分に吸着した状態となると共に、レーザチャンバ7内のガス組成が新鮮なレーザガスと略同じ状態になる。この後、制御回路19は、第1電磁弁15及び第2電磁弁17を閉鎖してガス封じ切りを行うものであり、このようなレーザガス置換制御が行われることによって、レーザガス組成の変化が抑制されて、レーザ出力が安定するようになる。

【0058】尚、上記実施例において、上述したようなレーザガス置換制御に代えて、制御回路19により以下に述べるようなレーザガス置換制御を行う構成としても良いものであり、以下、これについて関連した作用と共に説明する。

【0059】真空ポンプ16の動作状態で第1電磁弁15を開放することによって、レーザチャンバ7内のレーザガスを真空引きし、その後所定時間が経過したときに第1電磁弁15を閉鎖すると共に、第2電磁弁17を開放することによって、ガスポンベ18内の新鮮なレーザガスをレーザチャンバ7内に供給する。この後、レーザチャンバ7内が所定圧力となった時点で、第2電磁弁17を閉鎖することによりガス封じ切り動作を行う。このようなガス封じ切りを行った後に、送風機8を駆動してレーザチャンバ7内のレーザガスを循環させると共

12

に、電源スイッチ6aをオンさせて放電空間4でレーザガスを放電させる。

【0060】このような放電が行われると、レーザガス中のCO₂が前記(1)の反応式に従って分解されると共に、レーザガスが加熱されるようになり、そのレーザガスが循環することによって触媒11が加熱される。このため、触媒11が、分解されたガス成分(CO、O₂)を前記(2)の反応式に従ってCO₂に戻すようになるが、このとき触媒14には、レーザガス中のガス成分のうち吸着しやすい性質を持ったガスが吸着されるようになる。

【0061】そこで、第1電磁弁15及び第2電磁弁17を所定時間ずつ開放することで、レーザチャンバ7内の所定量以上のレーザガスを新鮮なレーザガスと置換すると、触媒11が放電状態のレーザガスを十分に吸着した状態となるから、この後に、第1電磁弁15及び第2電磁弁17を閉鎖してガス封じ切りを行う。この結果、放電によって組成変化したレーザガスが触媒に吸着されるようになるから、その吸着ガスと放電空間4で放電状態となるレーザガスとが平衡するようになり、以てレーザチャンバ7内のレーザガス組成の変化を効果的に抑制できるようになる。

【0062】尚、上記のように触媒11にレーザガスを吸着させた状態からガス封じ切りを行った後に、レーザチャンバ7内のレーザガスを交換する場合には以下の手順を踏むことになる。即ち、第1電磁弁15を開いてレーザチャンバ7内のレーザガスを真空ポンプ16により真空引きし、その後第1電磁弁15を閉じて第2電磁弁17を開くことにより、ガスポンベ18内の新鮮なレーザガスをレーザチャンバ7内に供給する。これに応じて、レーザチャンバ7内が所定圧力に達したときには、第2電磁弁17を閉じてガス封じ切りを行う。この場合、上記真空引きの際には、レーザチャンバ7内の圧力を一定時間以上低下させたままにすると、触媒11に吸着されたガスが気化してしまうため、レーザガスと触媒11に吸着されたガスとの平衡状態が崩れてレーザガスの組成が変化してしまう。そこで、上記真空引き時には、制御回路19により、レーザチャンバ7内の圧力低下状態が一定時間以上継続されないように制御することによって、レーザガスの組成変化を抑制する。

【0063】その他、本発明は上記した各実施例に限定されるものではなく、次に述べるように変形または拡張することが可能である。触媒11をレーザチャンバ7内に封入する際には、その触媒を外部で加熱処理した後に封入する構成としても良いものであり、この場合には、触媒11に吸着する不純物ガスを予め除去することができて、触媒の封入に伴いレーザチャンバ7内のレーザガスに不純物が混入する事態を未然に防止し得るようになる。また、このような触媒11の加熱処理後においてレーザガス雰囲気中で当該触媒11にガスを吸着させるよ

うにしても良い。

【0064】レーザチャンバ7内を循環するレーザガスの一部が触媒11中を通る構成としたが、触媒11の大きさを、循環するレーザガスの全部が当該触媒中を通るような状態に設定することができる。また、触媒11は、複数枚の単位触媒を互いの間に空隙を存した状態で配列した形状としたが、レーザガスとの接触表面積が大きく取れる形状であれば他の形状でも良く、また、熱容量が小さな構成としても良い。触媒11としては、放電により分解されたレーザガスを元のガス成分に戻す機能を有したものであれば、白金アルミナ触媒に限らず金触媒など他の触媒を用いても良い。加熱手段としてヒータ線12を用いる構成としたが、これとは異なる形態の加熱手段を設ける構成としても良い。

【0065】

【発明の効果】以上の説明によって明らかなように、請求項1記載の発明によれば、レーザチャンバ内に放電空間での放電により分解されたレーザガスを元のガス成分に戻すように働く触媒を配置するだけの簡単な構成によって、長時間に渡って安定したレーザ出力が得られるようになるという有益な効果が得られるようになる。

【0066】請求項2記載の発明によれば、送風手段によるレーザガスの循環経路中に放電空間での放電により発生した熱を除去するための冷却手段を設けた上で、触媒をレーザガスの循環経路中における放電空間より下流で尚且つ冷却手段より上流の位置に配置する構成としたから、レーザチャンバ内の異常な温度上昇が抑制されると共に、触媒の作用を増長させることができ、レーザ出力の低下抑制効果が高め得るようになる。

【0067】請求項3記載の発明によれば、触媒を加熱する加熱手段を備えた構成としたから、触媒の作用を高め得るようになって、レーザ出力の低下抑制効果を確実に発揮できるようになる。

【0068】請求項4記載の発明によれば、触媒をアルミナ白金触媒により構成したから、加熱に伴う触媒作用を確実に発揮できて、レーザ出力の低下抑制効果を高め得るようになる共に、レーザガス中の水分量の抑制を図り得るようになる。

【0069】請求項5記載の発明によれば、触媒を、薄板形状に形成された複数枚の単位触媒を互いの間に空隙を存した状態で配列することにより構成したから、当該触媒とレーザガスとの接触面積が大きくなって、安定したレーザ出力が得られる期間をさらに引き延ばし得るようになる。

【0070】請求項6記載の発明によれば、レーザチャンバ内に、レーザガス雰囲気中の水分を吸着する吸水手段を配置したから、レーザガス中のH₂O濃度が限度以上に増大する虞がなくなって、レーザガス中のH₂Oがレーザ出力に悪影響を及ぼす事態を未然に防止できるようになる。

【0071】請求項7記載の発明によれば、送風手段によるレーザガスの循環経路中に放電空間での放電により発生した熱を除去するための冷却手段を設けた上で、前記吸水手段を、レーザガスの循環経路中における前記放電空間より上流で尚且つ前記冷却手段より下流の位置に配置する構成としたから、レーザチャンバ内の異常な温度上昇が抑制されると共に、吸水手段が循環するレーザガスの温度が低い位置に配置された状態となって、H₂Oの吸着作用が良好に行われるようになり、レーザガス中のH₂Oがレーザ出力に悪影響を及ぼす事態を確実に防止できるようになる。

【0072】請求項8記載の発明によれば、レーザチャンバ内に封入されるレーザガスを、少なくともCO₂、N₂及びHeを含む混合ガスであって、尚且つH₂Oのガス分圧が0.05 Torr以下に設定されたものとしたから、H₂O成分が、レーザガスの分解により発生するCOからCO₂を再生するという水蒸気再生反応に効果的に寄与するようになって、安定したレーザ出力が得られる期間の引き延ばしに寄与できるようになる。

【0073】請求項9記載の発明によれば、触媒が、外部で加熱処理された後にレーザチャンバ内に封入されるものとしたから、触媒に吸着する不純物ガスを予め除去することができて、触媒の封入に伴いレーザチャンバ内に不純物が混入する事態を未然に防止できるようになる。

【0074】請求項10記載の発明によれば、レーザチャンバ内のレーザガスを新鮮なレーザガスに置換するためのレーザガス置換手段と、このレーザガス置換手段によるレーザガスの置換動作時において前記レーザチャンバ内に新鮮なレーザガスが所定量供給された時点一旦ガス封じ切り動作を行うと共に、この後にレーザチャンバ内のレーザガスをレーザガス置換手段により一定量以上置換した後にガス封じ切り動作を行う制御手段とを備えた構成としたから、レーザチャンバ内のレーザガス組成の変化が抑制できて、レーザ出力を安定化できるようになる。

【0075】請求項11記載の発明によれば、レーザチャンバ内のレーザガスを新鮮なレーザガスに置換するためのレーザガス置換手段と、このレーザガス置換手段によりレーザチャンバ内に新鮮なレーザガスを所定量供給した状態で放電空間での放電を行い、この後に当該レーザガス置換手段によるレーザガスの置換動作及びガス封じ切り動作を行う制御手段とを備えた構成としたから、触媒の吸着ガスと放電空間で放電状態となるレーザガスを予め平衡させることができ、レーザガスの組成変化を効果的に抑制できるようになる。

【0076】請求項12記載の発明によれば、前記制御手段を、レーザガス置換手段によるレーザガスの置換動作時において、レーザチャンバ内の圧力低下状態が限度時間以上継続されないように制御する構成としたから、

15

触媒に吸着されているガスが、レーザチャンバ内の圧力低下に応じて気化してしまう虞がなくなって、触媒の吸着ガスと放電空間で放電状態となるレーザガスとの平衡状態が崩れることに起因したレーザガスの組成変化を未然に抑制できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す縦断面図

【図2】レーザ出力の経時変化例を示す図

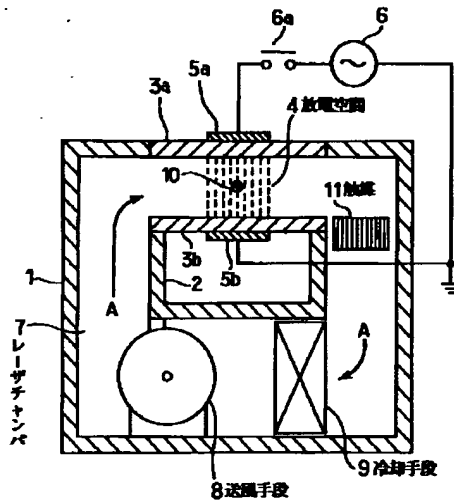
【図3】本発明の第2実施例を示す縦断面図

【図4】本発明の第3実施例を示す縦断面図

【図5】放電時間とレーザ出力との関係を実験により得た結果を示す図

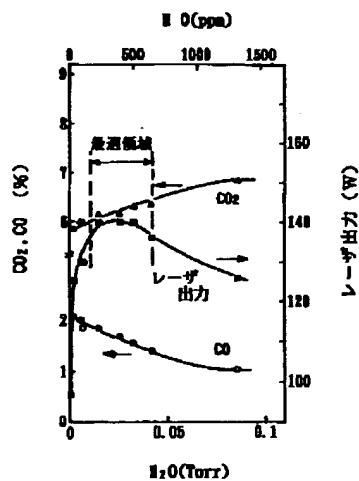
【図6】 H_2O 濃度に対するレーザ出力、分解後の CO_2 及び CO 濃度の変化例を示す図

【図1】



5 a, 5 b: 電極

【図8】



16

【図7】従来構成のガスレーザ装置における放電開始から60分間が経過するまでの間のレーザ出力、 CO_2 及び CO の濃度の変化状態例を示す

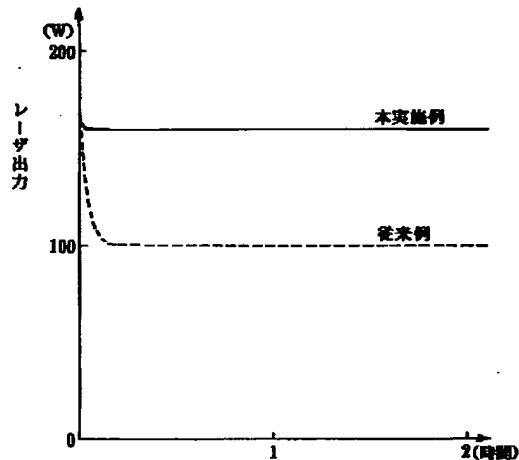
【図8】従来構成のガスレーザ装置における H_2O 濃度に対するレーザ出力、分解後の CO_2 及び CO 濃度の変化例を示す図

【図9】本発明の第4実施例を示す縦断面図

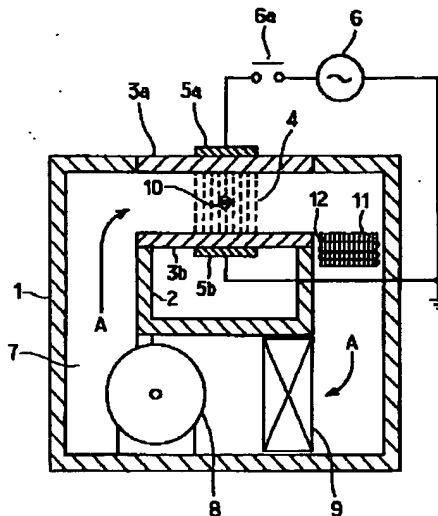
【符号の説明】

図面中、4は放電空間、5 a、5 bは放電用電極、6は交流電源、7はレーザチャンバ、8は送風機（送風手段）、9は熱交換器（冷却手段）、11は触媒、12はヒータ線（加熱手段）、13は吸水材（吸水手段）を示す。

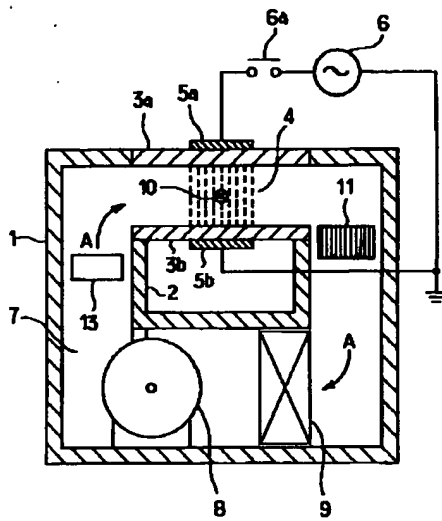
【図2】



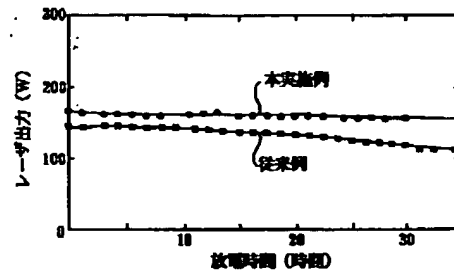
【図3】



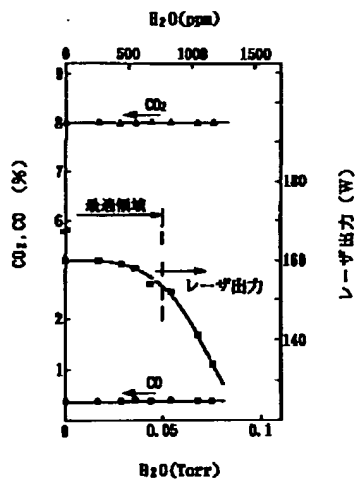
【図4】



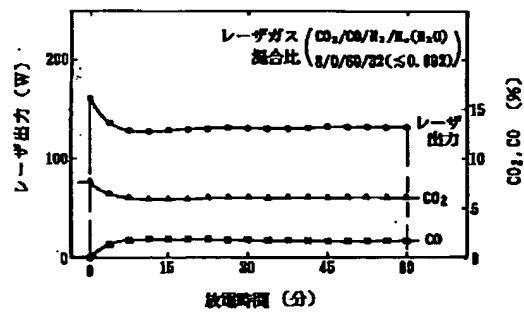
【図5】



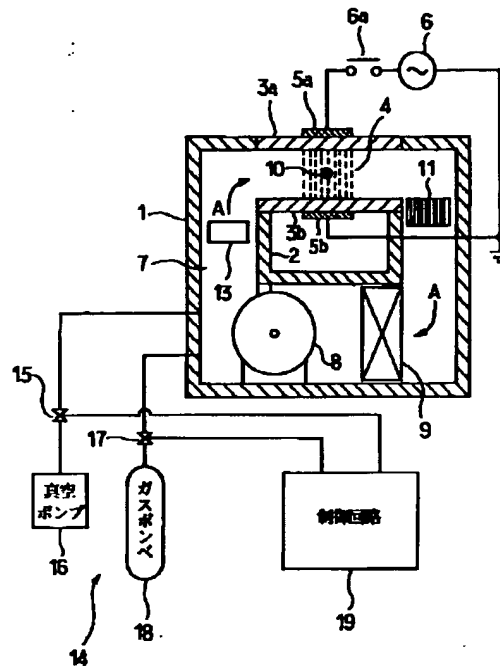
【図6】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 玉川 徹
神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株
式会社東芝浜川崎工場内

(72)発明者 篠永 秀之
三重県三重郡朝日町大字繩生2121番地 株
式会社東芝三重工場内

(72)発明者 小林 定章
三重県三重郡朝日町大字繩生2121番地 株
式会社東芝三重工場内

CLIPPEDIMAGE= JP408032151A

PAT-NO: JP408032151A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08032151 A

TITLE: GAS LASER DEVICE

PUBN-DATE: February 2, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TERAI, KIYOHISA

MURATA, TAKAAKI

KOBAYASHI, SHINJI

TAMAGAWA, TORU

SHINONAGA, HIDEYUKI

KOBAYASHI, SADA AKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOSHIBA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP06167968

APPL-DATE: July 20, 1994

INT-CL (IPC): H01S003/036;H01S003/134 ;H01S003/22

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a stable laser output for a long time from a gas laser device having a simple constitution.

CONSTITUTION: A gas laser device is constituted in such a way that a discharging space 4 exists between a dielectric body 3a provided on an external wind tunnel 1 side and another dielectric body 3b provided on an internal wind tunnel 2 side and discharging electrodes 5a and 5b are fitted to both sides of the space 4. In a laser chamber 7 formed between the wind tunnels 1 and 2, a laser gas composed of a mixed gas containing CO_2 , N_2 , and He is enclosed under a prescribed pressure. An air blower 8 for circulating a laser gas in the direction A and heat exchanger 9 which cools the laser gas flowing out from the space 4 are arranged below the wind tunnel 1. In addition, a catalyst 11 composed of a platinum-aluminum catalyst is set on the downstream side of the space and on the upstream side of the heat exchanger 9 on the circulating route of the laser gas in the chamber 7.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

